Applied Entomology and Phytopathology **آفات و بیماری‌های گیاهی**

Vol. 92, No. 1, Sep. 2024 **جلد۹۲، شماره ۱، شهریور ۱۴۰۳**

DOI: 10.22092/jaep.2024.364761.1501

مقاله پژوهشی

ارزیابی واکنش تعدادی از ارقام بادام و هلو به *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* و *Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum*

ناصر امانی‌فر✉

دانشیار، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

(تاریخ دریافت: بهمن ۱۴۰۲؛ تاریخ پذیرش: تیر ۱۴۰۳)

چکیده

شانکر باکتریایی یکی از مهم‌ترین بیماری‌های درختان میوه هسته‌دار در مناطق سردسیر است. میزان آلودگی و خسارت بسته به پایه، رقم، مدیریت باغ و عوامل مستعدکننده (پیش آمودگی) متغیر است. در این پژوهش واکنش ارقام رایج بادام و هلو در استان چهارمحال و بختیاری به *Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum* (*Psm*) و *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (*Pss*) با استفاده از مایه‌زنی نهال و شاخه بریده ارزیابی شد. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری در شاخص شدت بیماری (طول شانکر) بین ارقام و سویه‌های *Pss* و *Psm* وجود دارد و تمامی ارقام بادام مورداستفاده با درجات متفاوت واکنش حساسیت نشان دادند، ارقام شاهرود ۱۲ (فرانیس)، پویا، شاهرود۷ (فرادوئل)، ربیع و مامایی به‌ترتیب به‌عنوان حساس‌ترین تا متحمل‌ترین رقم شناسایی شدند. در هلو نیز رقم زعفرانی محلی به‌عنوان حساس‌ترین و رقم کاردی دیررس به‌عنوان متحمل‌ترین رقم و دو رقم تجاری جی اچ هیل و آلبرتا نیزجزءارقام حساس بودند. ازنظر شاخص‌های بیماری بین دو پاتووار باکتری تفاوت معنی‌داری وجود داشت. براین اساس ارقام بادام و هلو مورداستفاده در این پژوهش در برابر عوامل شانکر باکتریایی مقاومت نداشتند.

واژه‌های کلیدی: بادام، برهمکنش، حساسیت، شانکر باکتریایی، هلو

Evaluation of the reaction of several almond and peach cultivars to *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* and *Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum*

N. AMANIFAR

Associate Professor of Department of Plant Protection Research, Charmahal va Bakhtiary Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO) Shahrekord, Iran

Abstract

Bacterial canker is a significant disease affecting stone fruit trees in cold regions. The incidence and severity of the disease can vary depending on factors such as rootstock, cultivar, orchard management, and other predisposing conditions. In this study, the response of commercial almond and peach cultivars in Chaharmahal va Bakhtiary province to *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (*Pss*) and *Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum* (*Psm*) was evaluated using both seedlings and detached branches. The results indicated a notable difference in disease severity (canker length) among cultivars and isolates of the two pathovars. All almond cultivars displayed varying degrees of susceptibility, with Shahroud 12 (Ferragnes), Pooya, Shahroud 7 (Ferraduel), Rabie, and Mamaee exhibiting the highest disease severity and bud death. Additionally, there was a significant variance in pathogenicity indexes (disease severity, bud death, and dieback) between the two pathovars, *Pss* and *Psm*. Peach cultivars also exhibited distinct reactions to the bacteria. The local cultivar Zaafarani was the most sensitive, while Kardi was identified as a tolerant cultivar. GH Hill and Elberta were considered sensitive cultivars as well. Overall, none of the almond and peach cultivars studied in this research demonstrated resistance to the bacterial canker pathogens.

Keywords: Almond, bacterial canker, correlation, peach, predisposing, susceptible

✉ **sahragardn@yahoo.com**

©2024, The Author(s). Published by Iranian Research Institute of Plant Protection (IRIPP). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

مقدمه

بر اساس آمارنامه سال ۱۴۰۱ وزارت جهاد کشاورزی حدود ۵۵۳۵۰ و ۱۳۸۰۰۰ هکتار، با میزان تولید ۸۳۴۰۰۰ و ۱۱۹۲۲۱ تن، از باغ‌های کشور به‌ترتیب به کشت هلو (*Prunus persica* (L.) Batsch) و بادام (*Prunus dulcis* (L.) Batsch) اختصاص داشته که سهم استان چهارمحال و بختیاری از این میزان به‌ترتیب برای بادام و هلو ۱۷۳۸۰ و ۳۰۰۰ هکتار با تولید ۱۶۲۸۷ و ۳۴۶۲۰ تن برآورد گردیده است. از عوامل محدودکننده تولید این محصولات آفات و بیمارگرهای گیاهی است. شانکر باکتریایی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین و اقتصادی‌ترین بیماری‌های درختان میوه هسته‌دار در سراسر جهان است که باعث خسارت و گاهی کوتاهی عمر در تمامی گونه‌های تجاری جنس *Prunus* می‌شود (Wenneker *et al.* 2012). عواملی ازجمله پایه و رقم حساس، تغذیه نامناسب خاک، خاک‌هایی با pH پایین یا بافت شنی و عمق کم خاک، وجود نماتدهای انگل گیاهی به‌ویژه نماتدهای حلقه‌ای، عوامل محیطی مانند بارندگی زیاد، یخزدگی و آفتاب‌سوختگی زمستانه، درختان میوه هسته‌دار را مستعد ابتلا به بیماری شانکر باکتریایی می‌کند (Sayler *et al.* 2003. Scortichini 2010. Wenneker *et al.* 2012. Cao *et al.* 2011. Amanifar 2020; Weaver & Wehunt 1975).

اگرچه *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (*Pss*) به‌عنوان بیمارگر غالب عامل شانکر باکتریایی درختان میوه هسته‌دار در اکثر مناطق جهان گزارش‌شده است، اما اخیراً گونه‌ها و پاتووارهای دیگری به‌عنوان عوامل ایجادکننده این بیماری شناسایی‌شده‌اند (Abbasi *et al.* 2013; Nosratnezhad *et al.* 2018; Amanifar 2020) که عبارت‌اند از: *Pss*، *P. syringae* pv. *morsprunorum (Psm)*، *P. syringae* pv. *avii*، *P. syringae* pv. *persica* (*Psp*) (Bophela *et al.* 2020; Hulin *et al.* 2020). سایر گونه‌های سودوموناس که باعث ایجاد بیماری در درختان میوه هسته‌دار می‌شود به‌ترتیب عبارت‌اند از *Pseudomonas cerasi* و *P. viridiflava (Pv)* (Bophela *et al.* 2020). نتایج بررسی سودوموناس‌های جداسازی شده به‌عنوان عوامل شانکر درختان میوه هسته‌دار نشان می‌دهد که جدایه‌های *Pss* (۳۲/۱ درصد)، *Pseudomonas marginalis* (*Pm*) (۲۱/۸ درصد)، *Psm* (۱۰/۷ درصد)، *Pv* (۱۰/۳ درصد)، *Psp* (۲/۷ درصد) به‌ترتیب بیشترین فراوانی را در جنوب غربی ایران دارند، در آلودگی مخلوط به این بیمارگرها شدت و میزان بیماری بیشتر بود (Amanifar, 2023a).

مدیریت بیماری شانکر باکتریایی درختان میوه هسته‌دار ناشی از سویه‌های *Pss* به‌دلیل پیچیده بودن پاتوسیستم (Husseini & Akköprü 2020) برنامه کنترل تلفیقی را می‌طلبد و از طرفی به‌دلیل حساسیت اغلب پایه‌ها و ارقام هسته‌دار موجود در ایران چاره‌ای جز استفاده از روش‌های شیمیایی به‌عنوان بخشی از برنامه کنترل تلفیقی وجود ندارد. همچنین به‌دلیل پراکنش جدایه‌های مقاوم به‌ترکیبات مسی بیمارگر، به‌کارگیری روش‌های شیمیایی باید اصلاح گردد. علاوه بر این، عدم کارایی مؤثر ترکیبات مسی در کنترل شیمیایی شانکر باکتریایی درختان میوه هسته‌دار مورد شکایت باغداران کشور است (Amanifar, 2023a).

واکنش پایه‌های مختلف درختان میوه هسته‌دار به‌عوامل مؤثر در شانکر باکتریایی متفاوت است. نتیجه آلودگی تنها و توأم جدایه‌های *Mesocriconema xenoplax* (*Mx*) و *Pss* روی پایه‌های رویشی GN و GF677 (به‌ترتیب پایه‌های متحمل و حساس به *Mx*) در شرایط گلخانه‌ای و داخل گلدان در ایجاد شانکر باکتریایی هلو، تفاوت معنی‌داری را بین دوپایه فوق ازنظر واکنش به‌هر یک از تیمارها نشان داد. در آلودگی توأم *Mx* و *Pss* در پایه‌ها، شدت شانکر باکتریایی و مرگ جوانه بیشتر از زمانی بود که پایه‌ها صرفاً با *Pss* مایه‌زنی شده بودند (Amanifar, 2023b).

پژوهش‌هایی در ایران در خصوص واکنش ارقام گونه‌های مختلف درختان میوه هسته‌دار ازجمله گیلاس، آلو، زردآلو و هلو به جدایه‌های *Pss* انجام‌گرفته و نتایج متفاوتی به‌دست‌آمده است (Jafarpour 1993; Hamzenejad *et al.* 2006;

Keshavarzi & Bouzari 2014; Keshavarzi & Dejampour 2018; Farhadfar *et al*. 2016; Mohammadi *et al*. 2021; Ranjbari *et al*. 2022). بر اساس منابع در دسترس، پژوهشی پیرامون واکنش ارقام مختلف بادام به‌عوامل شانکر باکتریایی در ایران انجام‌نشده است. هدف پژوهش حاضر ارزیابی مقاومت تعدادی از ارقام رایج بادام و هلو در استان چهارمحال و بختیاری به سویه‌های *Pss* و *Psm* به‌عنوان عوامل غالب شانکر باکتریایی درختان میوه هسته‌دار با استفاده از روش‌های شاخه بریده و نهال (کاشته شده در گلدان) بود.

مواد و روش‌ها

تهیه جدایه‌های باکتری و زاد مایه

از سویه‌های Pss-Peach-282 و Pss-Almond-223 (موجود در آزمایشگاه بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی شهرکرد) از پاتووار *Pss* به‌ترتیب جداشده از شاخه هلو و بادام در حاشیه زاینده‌رود (استان چهارمحال و بختیاری) و سویه Psm-Peach-284 از پاتووار *Psm* جداشده از شاخه هلو، که بیماری‌زایی آن‌ها قبلاً به اثبات رسیده بود، برای تهیه زاد مایه استفاده شد. از محیط‌های کشت آگار مغذی (NA) و کینگ ب (KB) برای کشت جدایه‌های باکتری و برای تهیه زاد مایه از کشت ۴۸ ساعته جدایه‌ها روی آگار مغذی استفاده گردید.

ارزیابی واکنش ارقام هلو و بادام به *Pss* و *Psm*

برای این منظور از دو روش مایه‌زنی به شاخه بریده و مایه‌زنی به نهال استفاده شد (Bophela *et al*., 2020).

الف- روش شاخه بریده

در آبان ماه ۱۴۰۱ شاخه‌هایی با قطر ۱ تا ۱/۵ سانتی‌متر از درختان سالم (فاقد علائم شانکر) در باغ‌های حاشیه زاینده‌رود(استان چهارمحال و بختیاری) تهیه و به قطعات ۳۰ سانتی‌متری تقسیم شدند. برای جلوگیری از دست رفتن آب بافت، دو انتهای شاخه‌ها در پارافین جامد در حال جوش قرار داده شد. تیمارهای مایه‌زنی شامل دو جدایه *Pss* و یک جدایه *Psm* و آب مقطر بود. برای هر تیمار مایه‌زنی پنج عدد شاخه بریده در نظر گرفته شد. از هر سه سویه Pss-Almond-223، Pss-Peach-282 و Psm-Peach-284 برای مایه‌زنی شاخه بریده‌های هر دو میزبان (هلو و بادام) استفاده شد. از پنج رقم بادام شامل شاهرود ۱۲ (فرانیس)، پویا، شاهرود ۷ (فرادوئل)، ربیع و مامایی و چهار رقم هلو شامل زعفرانی محلی، کاردی دیررس، جی اچ هیل و آلبرتا به‌عنوان ارقام رایج بادام و هلو در استان چهارمحال و بختیاری استفاده شد. آزمایش در قالب طرح‌های کاملاً تصادفی با پنج تکرار و تیمارها شامل سه جدایه باکتری، پنج رقم بادام و چهار رقم هلو بود. برای مایه‌زنی، شاخه بریده‌ها با سدیم هیپوکلریت پنج درصد (NaOCl) ضدعفونی شدند. از یک چاقوی سترون برای ایجاد زخم کم‌عمق (زیرپوست) در شاخه بریده استفاده شد. صد میکرولیتر سوسپانسیون باکتریای با غلظت ۱×۱۰^{۷} cfu/ml، از کشت ۴۸ ساعته باکتری در آگار مغذی، با استفاده از سرنگ داخل زخم تزریق و محل زخم با پارافیلم پوشانده شد. علائم بیماری ۲۰ روز پس از نگهداری در دمای ۲۸ درجه سلسیوس با رطوبت نسبی حدود ۷۰ درصد داخل انکوباتور مشاهده گردید. در تیمار شاهد آب مقطر سترون به‌عنوان شاهد به پنج شاخه تزریق شد. داده‌های موردنظر بر اساس اندازه‌گیری مساحت شانکر (طول شانکر × عرض شانکر) در بالا و پایین محل مایه زنی با خط کش به‌دست آمد (Bophela *et al*., 2020).

ب- مایه‌زنی به نهال

برای ارزیابی مقاومت در این روش، از پنج رقم بادام و چهار رقم هلو مورد اشاره در بند (الف) استفاده شد. به‌منظور یکنواختی اثر پایه، تمامی ارقام مورداستفاده هلو و بادام مورد آزمایش در پژوهش حاضر، روی پایه رویشیGF677 پیوند شدند. برای هر سویه باکتری، از هر رقم پنج نهال پیوند شده دوساله استفاده شد. از جدایه‌های *Pss* و *Psm* سوسپانسیونی با غلظت حدود $۱۰^{۷}$ cfu/ml از هرکدام تهیه گردید. چون درروش ارزیابی مقاومت با شاخه بریده تفاوتی بین دو سویه Pss-Peach-282 و Pss-Almond-223 ازنظر میزان شدت بیماری

روی هلو و بادام نبود، در روش استفاده از نهال، هرکدام از سویه‌های *Pss* فقط روی میزبان مربوطه مایه‌زنی شد. برای هلو از سویه‌های Pss-Peach-282 و Psm-Peach-284 و برای بادام از سویه‌های Pss-Almond-223 و Psm-Peach-284 جهت مایه‌زنی استفاده شد. مایه‌زنی در اواسط شهریور ۱۴۰۰ به دو صورت انجام گرفت، یکی با استفاده از سرنگ به‌صورت قرار دادن یک قطره از سوسپانسیون در کنار پنج جوانه هلو یا بادام در هر نهال (پنج نهال) و دیگری با برداشتن پوست و ریختن ۱۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون باکتری زیرپوست (در قسمت میانی نهال) انجام شد و محل مایه‌زنی شده در پوست با پارافیلم پوشانده شد. همه تیمارها (نهال‌ها) به‌مدت یک‌شب با پوشش پلاستیکی (جهت ایجاد رطوبت کافی برای باکتری) پوشانده شدند. در گلدان‌های شاهد، نهال‌ها با آب مقطر سترون تیمار شدند. حدود یک ماه بعد از مایه‌زنی، گلدان‌ها از اواسط مهر تا اوایل اسفند ۱۴۰۰ در بیرون از گلخانه نگهداری سپس به گلخانه منتقل شدند و در شرایط دمایی ۵ ± ۲۷ درجه سلسیوس نگهداری شدند. در آذرماه ۱۴۰۱ پس از ظهور علائم شانکر روی نهال‌ها، داده‌های به‌دست‌آمده بر اساس سه شاخص شدت بیماری (شاخص دهی ۰ تا ٤ از نهال بدون علائم تا شانکر همراه با ترشح صمغ و مرگ سرشاخه) به‌شرح ذیل، مرگ جوانه‌ها (شمارش تعداد جوانه مرده در هر نهال) و مرگ سرشاخه مورد ارزیابی آماری قرار گرفتند (Cao *et al.* 2006):

۰- بدون علائم بیماری

۱- علائم شانکر (نکروز اطراف جوانه‌ها) در کمتر از پنج درصد جوانه‌ها

۲- علائم شانکر در اطراف جوانه‌ها و روی شاخه‌ها (طول شانکر کمتر از یک سانتی‌متر)

۳- علائم شانکر روی شاخه‌ها و تنه اصلی به‌همراه ترشح صمغ (طول شانکر بین یک تا پنج سانتی‌متر)

٤- علائم شانکر در تنه اصلی به‌همراه ترشح صمغ و مرگ سرشاخه (طول شانکر بیشتر از پنج سانتی‌متر)

Disease severity = sum (number of seedlings in each index × index)/5

محاسبات آماری

همه آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی بود. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها ، مقایسه میانگین و گروه‌بندی صفات به‌روش دانکن ($P \leq 0.01$) و با استفاده از نرم‌افزار SAS (9.1 SAS institute, Cary, NC) انجام گرفت. میزان همبستگی دو روش ارزیابی مقاومت (استفاده از نهال و شاخه بریده) با محاسبه ضریب همبستگی پیرسون تعیین شد.

نتایج

الف: ارزیابی واکنش ارقام در روش شاخه بریده

اثر رقم، سویه باکتری و اثر متقابل رقم × جدایه در سطح یک درصد برای هلو و بادام معنی‌دار بود (جداول ۱ و ٤). مقایسه میانگین مساحت شانکر روی شاخه بریده هلو در مقایسه با شاهد و بین ارقام معنی‌دار بود، به‌طوری‌که دو رقم زعفرانی و جی اچ هیل در یک گروه و دو رقم البرتا و کاردی دیررس هرکدام در گروه جداگانه‌ای قرار گرفتند (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های اثر سویه‌های باکتری در ایجاد شانکر روی شاخه بریده‌های ارقام هلو نیز تفاوت معنی‌داری داشتند و شدت بیماری‌زایی (مساحت شانکر) جدایه Psm-Peach-284 نسبت به‌جدایه‌های Pss-Peach-282 و Pss-Almond-223 بیشتر بود (جدول ۳).

مقایسه میانگین مساحت شانکر روی شاخه بریده بادام نیز در مقایسه با شاهد و بین ارقام معنی‌دار بود، به‌طوری‌که دو رقم شاهرود ۱۲ (فرانیس) و پویا به‌عنوان حساس‌ترین ارقام در یک گروه، رقم شاهرود ۷ (فرادوئل) در گروه دوم و ارقام ربیع و مامایی در گروه سوم قرار گرفتند (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر سویه‌های باکتری در ایجاد شانکر روی شاخه بریده ارقام بادام نیز تفاوت معنی‌داری نشان دادند به‌طوری‌که سویه‌های Pss-Peach-282 و Pss-Almond-223 نسبت به سویه Psm-Peach-284 روی بادام قدرت بیماری‌زایی بیشتری نشان داد (جدول ٦).

جدول ۱- تجزیه واریانس ارزیابی چهار رقم هلو (روش شاخه بریده) به سویه‌های (Pss-Peach-282) *Pseudomonas syringae* pv *syringae* و (Psm-Peach-284) *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum*

Table 1. Variance analysis of resistance evaluation of four cultivars of peach (on detached branches) to *Pseudomonas syringae* pv *syringae* (Pss-Peach-282) and *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* (Psm-Peach-284) strains

Source	df	Pr > F
Treat	3	0.0001
Isolate	2	0.0001
Treat*isolate	6	0.0018
Error	48	43.8
Total	59	-
CV	-	20.8

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

** significant at level 1%

جدول ۲- مقایسه میانگین شدت بیماری در ارزیابی مقاومت چهار رقم هلو (روش شاخه بریده) به سویه‌های *Pseudomonas syringae* pv *syringae* (Pss-Peach-282) و *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* (Psm-Peach-284)

Table 2. Comparison of mean squares of disease severity (canker area) in resistance evaluation of four cultivars of peach (on detached branches) to *Pseudomonas syringae* pv *syringae* (Pss-Peach-282) and *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* (Psm-Peach-284) strains

Cultivar	Disease severity
Zaafarani	40.5a*
GH Hill	36.2a
Elberta	31b
Kardi	19.3c

*حروف مشترک در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری ندارند

* Common letters are not significantly different at the 1% probability level

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سویه‌های(Pss-Peach-282) *Pseudomonas syringae* pv *syringae* و *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* (Psm-Peach-284) شدت بیماری‌زایی (مساحت شانکر) در ارزیابی مقاومت چهار رقم هلو (روش شاخه بریده)

Table 3. Comparison of mean squares effects of strains of *Pseudomonas syringae* pv *syringae* (Pss-Peach-282) and *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* (Psm-Peach-284) on disease severity in resistance evaluation of four cultivars of peach (on detached branches)

Isolate	Disease severity
Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum	52.3a
Pseudomonas syringae* pv *syringae	38.5b
Distilled water	4.3c

جدول ٤- تجزیه واریانس ارزیابی مقاومت پنج رقم بادام (روش شاخه بریده) به سویه‌های (Pss-Almond-223) *Pseudomonas syringae* pv *syringae* و *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* (Psm-Peach-284)

Table 4. Variance analysis of resistance evaluation of five cultivars of almond (on detached branches) to *Pseudomonas syringae* pv *syringae* (Pss-Almond-223) and *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* (Psm-Peach-284) strains

Source	Df	Pr > F
Treat	4	0.0001
Isolate	2	0.0031
Treat*isolate	8	0.0015
Error	60	21.4
Total	74	-
CV	-	22.5

جدول ۵- مقایسه میانگین شدت بیماری‌زایی (مساحت شانکر) در ارزیابی مقاومت پنج رقم بادام (روش شاخه بریده) به سویه‌های (Pss-Almond-223) *Pseudomonas syringae* pv *syringae* و *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* (Psm-Peach-284)

Table 5- Comparison of mean squares of disease severity (canker area) in resistance evaluation of five cultivars of almond (detached branches) to *Pseudomonas syringae* pv *syringae* (Pss-Almond-223) and *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* (Psm-Peach-284) strains

Cultivar	Disease severity
Ferragnes	29.5a
Pooya	21.6a
Ferraduel	19b
Rabie	15c
Mamaee	12.9c

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر سویه‌های(Pss-Almond-223) *Pseudomonas syringae* pv *syringae* و *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* (Psm-Peach-284) بر شاخص شدت بیماری‌زایی (مساحت شانکر) در ارزیابی مقاومت پنج رقم بادام (روش شاخه بریده)

Table 6. Comparison of mean squares effects of strains of *Pseudomonas syringae* pv *syringae* (Pss-Almond-223) and *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* (Psm-Peach-284) on disease severity in resistance evaluation of five cultivars of almond (on detached branches)

Isolate	Disease severity
Pseudomonas syringae* pv *syringae	34.7a
Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum	23.1b
Distilled water	3.6c

ب- ارزیابی واکنش ارقام در روش مایه‌زنی به نهال

نتایج نشان داد که از نظر شاخص‌های بیماری بین ارقام و سویه‌های دو پاتووار روی نهال هلو و بادام تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول‌های ۷ و ۱۰). ازنظر شدت بیماری و مرگ جوانه ارقام هلو زعفرانی و جی‌اچ‌هیل با بیشترین حساسیت در یک گروه و ارقام البرتا و کاردی دیررس در گروه دیگر قرار گرفتند و مرگ سرشاخه در رقم زعفرانی مشاهده شد (جدول ۸). ازنظر شاخص شدت بیماری جدایه‌ها روی هلو نیز جدایه *Psm* شدت بیشتری نسبت به سویه‌های *Pss* نشان داد، اما ازنظر شاخص‌های مرگ جوانه و مرگ سرشاخه تفاوت معنی‌داری بین سویه‌های دو پاتووار مشاهده نشد (جدول ۹).

بر اساس مقایسه میانگین شاخص‌های بیماری در بادام، بیشترین شدت بیماری، مرگ جوانه و مرگ سرشاخه روی ارقام شاهرود ۱۲ (فرانیس) و شاهرود ۷ (فرادوئل) اندازه‌گیری شد (جدول ۱۱). مقایسه میانگین اثر سویه‌های *Pss* و *Psm* بر شاخص‌های بیماری در ارزیابی مقاومت ارقام بادام نشان داد که سویه *Pss* ازنظر شدت بیماری روی بادام شدیدتر از جدایه *Psm* عمل نموده است، اما ازنظر مرگ جوانه و سرشاخه تفاوت معنی‌داری بین سویه‌های دو پاتووار مشاهده نشد (جدول ۱۲).

اگرچه در هر دو روش ارزیابی مقاومت ارقام هلو و بادام ازنظر واکنش به سویه‌های دو پاتووار Pss و Psm تفاوت معنی‌داری داشتند ، اما بین دو روش ارزیابی مقاومت در هر دو میزبان همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد (شکل‌های ۱ و ۲). چون بین دو روش ارزیابی مقاومت، همبستگی وجود نداشت می‌توان گفت روش شاخه بریده برای ارزیابی مقاومت بادام و هلو به‌عوامل شانکر باکتریایی قابل اعتماد نیست.

جدول ۷- تجزیه واریانس ارزیابی مقاومت چهار رقم هلو (روش استفاده از نهال) به سویه‌های *Pseudomonas syringae* pv *syringae* (Pss-Peach-282) و *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* (Psm-Peach-284)

Table 7. Variance analysis of resistance evaluation of four cultivars of peach (in seedlings) to *Pseudomonas syringae* pv *syringae* (Pss-Peach-282) and *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* (Psm-Peach-284) strains

Source	df	Pr > F		
		Disease severity	Bud dead	dieback
Treat	3	0.0001	0.0001	0.0001
Isolate	1	0.0062	0.38	0.02
Treat*isolate	3	0.52	0.83	0.14
Error	24	2.4	23.7	2
Total	31	-	-	-
CV	-	26.6	28.4	34.2

جدول ۸- مقایسه میانگین شاخص‌های بیماری در ارزیابی مقاومت چهار رقم هلو (روش استفاده از نهال) به سویه‌های(Pss-Peach-282) *Pseudomonas syringae* pv *syringae* و *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* (Psm-Peach-284)

Table 8. Comparison of mean squares of disease indexes in resistance evaluation of four cultivars of peach (in seedlings) to *Pseudomonas syringae* pv *syringae* (Pss-Peach-282) and *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* (Psm-Peach-284) strains

Cultivar	Disease indexes		
	Disease severity	Bud dead	dieback
Zaafarani	8.6a	2.75a	0.75a
GH Hill	7a	2.75a	0.25b
Elberta	4.3b	0.87b	0b
Kardi	3.2b	0.25b	0b

جدول ۹- مقایسه میانگین‌های اثر سویه‌های(Pss-Peach-282) *Pseudomonas syringae* pv *syringae* و (Psm-Peach-284) *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* بر شاخص‌های بیماری در ارزیابی مقاومت چهار رقم هلو (روش استفاده از نهال)

Table 9. Comparison of mean squares effects of strains of *Pseudomonas syringae* pv *syringae* (Pss-Peach-282) and *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* (Psm-Peach-284) on disease index in resistance evaluation of four cultivars of peach (in seedlings)

Isolate	Disease indexes		
	Disease severity	Bud dead	dieback
Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum	6.6a	1.7a	0.37a
Pseudomonas syringae* pv *syringae	4.9b	1.4a	0.13a

جدول ۱۰– تجزیه واریانس ارزیابی مقاومت پنج رقم بادام (روش استفاده از نهال) به سویه‌های *Pseudomonas syringae* pv *syringae* (Pss-Almond-223) و *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* (Psm-Peach-284)

Table 10. Variance analysis of resistance evaluation of five cultivars of almond (in seedlings) to *Pseudomonas syringae* pv *syringae* (Pss-Almond-223) and *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* (Psm-Peach-284) strains

source	df	Pr > F		
		Disease severity	Bud dead	dieback
Treat	4	0.0001	0.0052	0.054
Isolate	1	0.0001	0.0017	0.16
Treat*isolate	4	0.0003	0.17	0.26
Error	30	0.81	0.51	0.2
Total	39	-	-	-
CV	-	17.3	27.3	29.4

جدول ۱۱– مقایسه میانگین شاخص‌های بیماری در ارزیابی مقاومت پنج رقم بادام (روش استفاده از نهال) به سویه‌های (Pss-Almond-223) *Pseudomonas syringae* pv *syringae* و *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* (Psm-Peach-284)

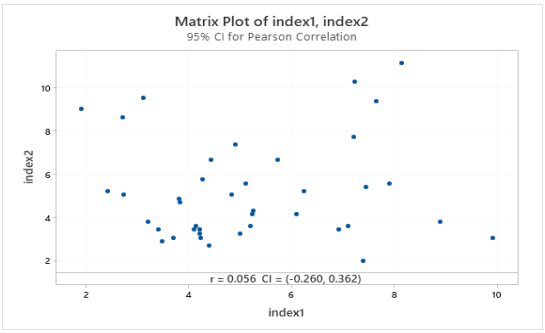
Table 11. Comparison of mean squares of disease indexes in resistance evaluation of five cultivars of almond (in seedlings) to *Pseudomonas syringae* pv *syringae* (Pss-Almond-223) and *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* (Psm-Peach-284) strains

Cultivar	Disease indexes		
	Disease severity	Bud dead	dieback
Ferragnes	7.9a	1.87a	0.62a
Pooya	6.3a	1.75a	0.62a
Ferraduel	4.6b	1.12ab	0.37ab
Rabie	4.3bc	0.87b	0.37ab
Mamaee	3.4c	0.62b	0b

جدول ۱۲– مقایسه میانگین‌های اثر سویه‌های (Pss-Almond-223) *Pseudomonas syringae* pv *syringae* و(Psm-Peach-284) *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* بر شاخص‌های بیماری در ارزیابی مقاومت پنج رقم بادام (روش استفاده از نهال)

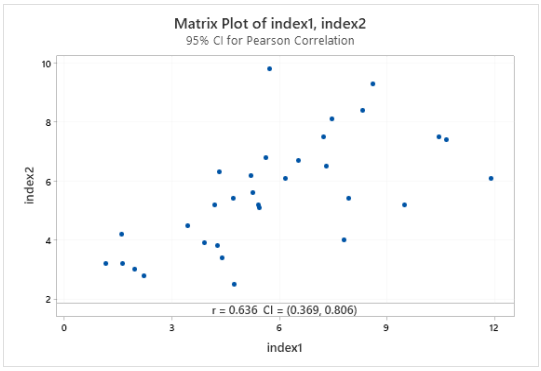
Table 12. Comparison of mean squares effects of strains of *Pseudomonas syringae* pv *syringae* (Pss-Almond-223) and *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* (Psm-Peach-284) on disease index in resistance evaluation of five cultivars of almond (in seedlings)

Source	Disease indexes		
	Disease severity	Bud dead	dieback
Pseudomonas syringae* pv *syringae	5.9a	1.4a	0.5a
Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum	4.4b	1.1a	0.3a



شکل ۱– همبستگی بین دو روش ارزیابی مقاومت پنج رقم بادام به *Pseudomonas syringae* pv *syringae* و *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* به‌روش پیرسون (index1 : روی نهال، index2: روی شاخه بریده)

Fig. 1. Correlation between two methods of evaluating the resistance of five cultivars of almond to *Pseudomonas syringae* pv *syringae* and *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* by the Pearson method (index 1: on seedlings, index 2: on detached branches).



شکل۲– همبستگی بین دو روش ارزیابی مقاومت چهار رقم هلو به *Pseudomonas syringae* pv *syringae* و *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* به‌روش پیرسون (index1 : روی نهال، index2: روی شاخه بریده)

Fig. 2. Correlation between two methods of evaluating the resistance of four cultivars of peach to *Pseudomonas syringae* pv *syringae* and *Pseudomonas syringae* pv *morosrunorum* by the Pearson method (index 1: on seedlings, index 2: on detached branches).

بحث

پژوهش‌های قبلی حاکی از اهمیت و خسارت اقتصادی شانکر باکتریایی در درختان میوه هسته‌دار در مناطق سردسیر ایران همانند استان چهارمحال و بختیاری می باشد که گاهی تا نابودی کامل درختان در برخی باغ‌ها مشهود است (Amanifar 2019, 2020, 2023a). بازدیدها و بررسی‌های میدانی نیز حاکی

از تفاوت در میزان و شدت شانکر باکتریایی در باغ‌های بادام و هلو در حاشیه زاینده‌رود است. در این پژوهش مقاومت ارقام تجاری و غالب بادام و هلو در این منطقه ازنظر واکنش به سویه‌های *Pss* و *Psm* در شرایط گلخانه و آزمایشگاه مورد ارزیابی قرار گرفت و تا حدودی نتایج مشاهدات مزرعه‌ای را تأیید نمود (Amanifar, 2023a) که همه ارقام بادام و هلو با درجات متفاوت واکنش حساسیت تا تحمل نسبی به‌عوامل شانکر باکتریایی نشان دادند.

نوع رقم و پایه، تغذیه درخت، تنش‌های محیطی (به‌ویژه خشکی)، جمعیت نماتدهای انگل در خاک، تغییرات دمایی، زخم و آسیب‌های فیزیکی، یخبندان‌ها و آفتاب‌سوختگی زمستانه از مهم‌ترین عوامل پیش آمودگی شانکر باکتریایی هسته‌داران محسوب می‌شوند (Scortichini 2010; Cao *et al*. 2006; Cao *et al*. 2011; Cao *et al*. 2013). نوع پایه و سیستم ریشه در جذب مواد غذایی و واکنش به بیمارگرهای خاک برد، به‌ویژه نماتدهای بیمارگر، در میزان بیماری شانکر مؤثر است، به‌طوری‌که پایه‌های حساس بادام مانند GF677 باعث توسعه بیماری شانکر هسته‌داران می‌شود (Scortichini 2010; Cao *et al*. 2013). پایه GF677 در سال‌های اخیر به‌عنوان یکی از پایه‌های رویشی برای بادام و هلو در مناطق مختلف کشور ازجمله استان چهارمحال و بختیاری مورداستفاده قرارگرفته است. بررسی‌های میدانی نشان می‌دهد در باغ‌هایی که این پایه به‌کاررفته علاوه بر شانکر باکتریایی، پوسیدگی فایتوفتورایی طوقه و ریشه نیز بیشتر مشهود است (Amanifar, 2023a). در آزمایشی برای ارزیابی مقاومت پنج‌پایه رویشی، سه هیبرید هلو–بادام و دو ژنوتیپ هلو و بادام در شرایط گلدان به *M. xenoplax* نشان داد که بین پایه‌های رویشی و ژنوتیپ‌ها ازنظر واکنش شاخص‌های رشد گیاه (به‌ویژه وزن ریشه) به نماتد تفاوت معنی‌داری وجود دارد و پایه رویشی GN و ژنوتیپ بادام تلخ واکنش متحمل نشان دادند و سایر پایه‌ها و ژنوتیپ‌ها واکنش حساسیت نشان دادند (Amanifar, 2022). در آزمایش اثر آلودگی توأم*M. xenoplax* و *Pss* در شرایط گلدان در ایجاد شانکر باکتریایی هلو روی پایه GN (متحمل به نماتد) و پایه GF677 (حساس به نماتد) ازنظر شدت بیماری و مرگ جوانه تفاوت معنی‌داری بین دوپایه (پایه GF677 با حساسیت بیشتر) مشاهده شد و شدت بیماری در گلدان‌های تیمار شده با هر دو بیمارگر بیشتر از گلدان‌های تیمار شده با یک بیمارگر بود و نتایج دلالت بر اثرمتقابل نماتد حلقه‌ای با باکتری در ایجاد یا تشدید بیماری شانکر هسته‌داران داشت (Amanifar 2022, 2023). در این بررسی برای جلوگیری از اثر تفرق صفت یکنواختی اثر پایه همه ارقام بادام و هلو روی پایه GF677 پیوند شدند.

در این پژوهش اگرچه ازنظر شاخص شدت بیماری (disease severity) بین ارقام و جدایه‌های دو پاتووار تفاوت معنی‌داری وجود داشت، اما همه ارقام بادام و هلو واکنش حساسیت با درجات متفاوت نشان دادند، به‌طوری‌که در بادام ارقام شاهرود ۱۲، پویا، شاهرود ۷، ربیع و مامایی به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان شاخص شدت بیماری و مرگ جوانه‌ها اندازه‌گیری شد. بین دو پاتووار *Pss* و*Psm* تفاوت معنی‌داری ازنظر شاخص‌های بیماری‌زایی (شدت بیماری، مرگ جوانه و مرگ سرشاخه) وجود داشت. در بادام مرگ جوانه و شدت بیماری ناشی از پاتووار *Pss* بیشتر از *Psm* بود، درحالی‌که در هلو عکس این وضعیت مشاهده گردید. بر اساس فراوانی جداسازی این دو پاتووار در بادام و هلو در استان چهارمحال و بختیاری نیز می‌توان گفت پراکنش پاتووار *Psm* در هلو بیشتر از بادام است (Amanifar, 2023a). ارقام هلو نیز واکنش متفاوتی به‌هر سویه‌های دو پاتووار نشان دادند. به‌طوری‌که رقم زعفرانی محلی به‌عنوان حساس‌ترین و رقم کاردی دیررس به‌عنوان متحمل‌ترین رقم و دو رقم تجاری جی‌اچ‌هیل و البرتا نیز به‌عنوان رقم حساس شناخته شدند، بر این اساس همه ارقام بادام و هلو مورد آزمایش واکنش حساسیت به سویه‌های *Pss* و *Psm* نشان دادند. به‌کارگیری پایه‌های مقاوم به‌شانکر باکتریایی درختان میوه هسته‌دار به‌منظور مدیریت شانکر باکتریایی، بر اساس واکنش پایه به‌نماتد حلقه‌ای (*Mesocriconema xenoplax*) انجام

می‌گیرد که ممکن است با عوامل باکتریایی شانکر برهمکنش داشته و باعث تشدید بیماری شود. بر اساس مطالعات انجام‌شده مشخص‌شده است که ارقام بادام، زردآلو، هلو، شلیل، گیلاس و آلو طیف واکنشی وسیع و گاهی متناقض به باکتری‌های عامل شانکر نشان می‌دهند (Jafarpour 1993; Keshavarzi Hamzenejad *et al.* 2006; Keshavarzi & Bouzari 2014; & Dejampour 2018; Farhadfar *et al.* 2016; Mohammadi *et al.* 2021; Ranjbari *et al.* 2022). چون سطح بیماری از فصلی به فصل دیگر در نوسان بوده و بین باغ‌ها و مناطق داده‌های کم و متناقضی در خصوص واکنش ارقام به بیماری در شرایط باغ وجود دارد لذا اظهارنظر در این خصوص و تعمیم نتایج آزمایش‌های گلخانه‌ای به شرایط باغ بایستی همراه بااحتیاط باشد. شاید یکی از دلایل این تناقض اثر برهمکنشی و پیش آمودگی سایر عوامل زنده و غیرزنده در ایجاد حساسیت میزبان به عامل بیماری شانکر در شرایط باغ است که در شرایط گلخانه‌ای حذف‌شده‌اند. گاهی روی یک رقم در منطقه‌ای خاص بیماری مشاهده نمی‌شود اما روی همان رقم در منطقه‌ای دیگر بیماری شانکر باکتریایی در سطح وسیع دیده می‌شود به‌طوری‌که می‌تواند به‌عنوان عامل زوال و مرگ درختان رقم فوق در منطقه یا باغ مستعد معرفی گردد. به‌عنوان‌مثال هلو رقم زعفرانی و شلیل که در سطح وسیع در دشت مغان کشت‌شده است آلودگی به بیماری شانکر مشاهده نمی‌شود (Amanifar, 2023a) اما بر روی همین ارقام که در استان چهارمحال و بختیاری کشت‌شده‌اند بیماری شانکر باکتریایی مهم‌ترین معضل گیاه‌پزشکی این محصولات بوده و یکی از عوامل زوال و کوتاهی عمر هلو و شلیل در این استان محسوب می‌شود، لذا حساسیت یا مقاومت پایه و رقم به بیماری شانکر باکتریایی کاملاً وابسته به برهمکنش با سایر عوامل زنده و غیرزنده دارد، اگرچه میزان حساسیت در ارقام و پایه‌ها متفاوت است.

در این پژوهش ارقام موردمطالعه به دو روش استفاده از نهال و شاخه بریده برای ارزیابی مقاومت به سویه‌های پاتووارهای *Pss* و *Psm* مورداستفاده قرار گرفتند، اگرچه در هر دو روش تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایش (ارقام و جدایه‌های باکتری) در هر دو میزبان بادام و هلو مشاهده شد اما نتایج آنالیز آماری نشان داد که بین دو روش ارزیابی همبستگی وجود ندارد (شکل‌های ۱ و ۲)، نتایج مشابهی توسط سایر محققین روی دیگر میزبان‌های *Pss* به‌دست‌آمده است (Mohammadi *et al.* 2021)، لذا با استناد به نتایج حاصله، به‌نظر می‌رسد روش شاخه بریده در آزمایش‌های ارزیابی مقاومت می‌بایستی همراه بااحتیاط به‌کاررفته گرفته شود و بر نتایج بیماری‌زایی روی نهال تأکید گردد.

بر اساس نتایج این پژوهش ارقام تجاری و محلی (غالب) بادام و هلو کشت‌شده در حاشیه زاینده‌رود و استان چهارمحال و بختیاری به پاتووارهای غالب عامل شانکر باکتریایی (سویه‌های *Pss* و *Psm*) حساس می‌باشند. از طرفی ازآنجایی‌که این ارقام ازنظر تجاری و بازارپسندی میوه مورد استقبال قرارگرفته‌اند نمی‌توان تنها به‌علت حساسیت به شانکر باکتریایی آن‌ها را حذف یا جایگزین نمود. همچنین ارقام قابل‌رقابت با ارقام فعلی در دسترس نبوده و لذا با توجه به اهمیت شانکر باکتریایی هلو و بادام در بسیاری از مناطق کشور، یک برنامه تلفیقی برای مدیریت این بیماری باید به‌کاررفته گرفته شود، که در آن، ضمن استفاده از پایه‌ها و ارقام متحمل یا مقاوم‌تر، مدیریت عوامل پیش آمودگی بیماری و مدیریت کنترل شیمیایی آن، با توجه به محرز بودن سویه‌های مقاوم باکتری به ترکیبات مسی، لحاظ گردد.

سپاسگزاری

بخشی از اعتبارات این پژوهش توسط سازمان جهاد کشاورزی استان چهارمحال و بختیاری در قالب پروژه تحقیقاتی شماره ۹۵۰۷۳۸-۰۸۳-۱۶-۴۲-۴ مصوب سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی تأمین شد، از سازمان فوق تشکر و قدردانی می‌شود. از آقای دکتر فرود صالحی عضو هیئت‌علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری به‌خاطر راهنمایی و همکاری در تجزیه آماری داده‌های این پژوهش سپاس‌گزاریم.

References

Agricultural Statistics, 2021. Volume III: Report on horticultural and greenhouse products 307 p.

AMANIFAR N, 2019. Frequency isolation some of microorganisms and pathogens associated with peach replant problem in orchrads of Chahar Mahal va Bakhtiary province. Iranian Journal of Plant Pathology 54: 207-229. (in Persian with English summary). doi. 10.22034/ijpp.2018.34711

AMANIFAR N, 2020. Winter sunscald as a predisposing factor for bacterial canker of almond and peach trees in Chaharmahal va Bakhtiari province. Applied Entomology and Phytopathology 88: 117-127. (in Persian with English summary). doi.org/10.22092/ jaep.2020.341697.1325

AMANIFAR N, 2022. Evaluation resistance of some rootstocks of almond and peach to *Mesocriconema xenoplax* and *Pseudomonas syringae* for managing bacterial canker disease. Agricultural, Research, Education and Extension Organization (AREEO) Research final report 61036 40 pp. (in Persian with English summary).

AMANIFAR N, 2023a. Study on diversity of bacterial causal agents of peach and almond canker and disease management in Chaharmahal va Bakhtiary province. Agricultural, Research, Education and Extension Organization (AREEO) Research, final report 64256, 52 pp. (in Persian with English summary).

AMANIFAR N, 2023b. Synergistic effect of *Mesocriconema xenoplax* in the creation of bacterial canker of peach by *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. Iranian Journal of Plant Protection Science 54 (2): 47-58. doi. 10.22059/ijpps.2023.354890.1007020

ABBASI V, RAHIMIAN H, TAJICK GHANBARI MA, 2013. Genetic variability of Iranian strains of *Pseudomonas syringae* pv. *syringe* causing bacterial canker disease of stone fruits. European Journal of Plant Pathology 135: 225-235. doi.org/10.1007/s10658-012-0095-1

BOPHELA KN, PETERSEN Y, BULL CT, COUTINHO TA, 2020. Identification of *Pseudomonas* isolates associated with bacterial canker of stone fruit trees in the Western Cape, South Africa. Plant Disease 104: 882–892. doi. 10.1094/PDIS-05-19-1102-RE

CAO T, MCKENRY MV, DUNCAN RA, DEJONG TM, KIRKPATRICK BC, SHACKEL KA, 2006. Influence of ring nematode infestation and calcium, nitrogen, and indoleacetic acid applications on peach susceptibility to *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, Phytopathology 96 : 608–615. doi. 10.1094/ PHYTO-96-0608

CAO T, KIRKPATRICK KA, SHACKEL BC, DEJONG TM, 2011. Influence of mineral nutrients and freezing-thawing on peach susceptibility to bacterial canker caused by *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. Fruits 66: 441–452. doi.org/10.1051/fruits/2011057

CAO T, DUNCAN RA, KIRKPATRICK KA, SHACKEL BC, DEJONG TM, 2013. Effect of calcium and nitrogen fertilization on bacterial canker susceptibility in stone fruits. Fruits 68: 245–254. doi.org/10.1051/fruits/2013071

FARHADFAR S, KESHAVARZI M, BOUZARI N, LADAN MOGHADAM A, SOLEIMANI A, 2016. Susceptibility of cherries to bacterial canker in field and laboratory. International Journal of Agriculture and Forestry 6: 20–27. doi.10.5923/j.ijaf.20160601.04

HAMZENEJAD P, GHASEMI A, RAHIMIAN H, GOHARKHAI S, 2006. Evaluation resistance of cherry cultivars to *Pseudomonas syringae*, the causative agent of canker disease of stone fruit trees. Iranian Journal of Agriculture Science 37 (3): 457-462. doi.org/10.1007/s10658-012-0095-1

HULIN MT, JACKSON RW, HARRISON RJ, MANSFIELD JW, 2020. Cherry picking by pseudomonads: After a century of research on canker, genomics provides insights into the evolution of pathogenicity towards stone fruits. Plant Pathology 69:962–978. doi: 10.1111/ppa.13189

HUSSEINI A, AKKÖPRÜ A, 2020. The possible mechanisms of copper resistance in the pathogen

Pseudomonas syringae pathovars in stone fruit trees. Phytoparasitica 48: 705–718. doi.10.1007/s12600-020-00828-1

JAFARPOUR B, 1993. Resistant cultivars of apricot to bacterial canker (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*) in Mashhad. Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture 18: 327–332. doi. 10.22034/arpp.2021.13486

KESHAVARZI M, BOUZARI N, 2014. Resistance to bacterial canker in a number of selected apricot genotypes. Research final report 46359, AREEO, Tehran, Iran (In Persian with English abstract). doi. 10.22034/arpp.2021.13486

KESHAVARZI M, DEJAMPOUR J, 2018. Evaluation of bacterial canker resistance in a number of apricot hybrids. Research final report 43320, AREEO, Tehran, Iran (In Persian with English abstract). doi.org/10.22034/arpp.2021.13486

Mohammadi R, Keshavarzi M, Hassanzadeh N, Dejampour J, Farhadnejad A, 2021. Relative resistance levels to bacterial canker in Iranian apricot hybrids. Plant Pathology Science 10(2):15-29. doi: 10.2982/PPS.10.2.15

NOSRATNEZHAD F, ROUHRAZI K, KHEZRINEZHAD N, 2018. Characterization and genetic diversity of *Pseudomonas syringae* isolates from stone fruits in north-western Iran. Journal of Phytopathology 166: 516-524. doi.10.4454/jpp.v92i3.327

RANJBARI SH, KESHAVARZI M, BOUZAI N, KAKOVAN S, SALEHI Z, 2022. Determination of bacterial canker resistance level in Iranian sour cherry germplasm. Journal of Applied Research in Plant Protection 10 (4): 25–35. doi.org/10.22034/arpp.2021.13486

SAYLER RJ, KIRKPATRICK BC, 2003. The effect of copper sprays and fertilization on bacterial canker in 'French′ prune. Canadian journal of plant pathology 25: 406–410. doi.10.1080/07060660309507097

SCORTICHINI M, 2010. Epidemiology and predisposing factors of some major bacterial diseases of stone and nut fruit trees species. Journal of Plant Pathology 92: 73-78. doi: 10.1111/ppa.13188

WEAVER DJ, WEHUNT EJ, 1975. Effect of soil pH on susceptibility of peach to *Pseudomonas syringae.* Phytopathology 65: 984–989. doi. 10.1094/Phyto-65-984.

WENNEKER M., JANSE J. D., DE BRUINE A., VINK P., PHAM K. 2012. Bacterial canker of plum caused by *Pseudomonas syringae* pathovars, as a serious threat for plum production in the Netherlands. Journal of plant pathology 94: 11-13. doi.abs/10.5555/2012331567